



Shutterstock.com

## Тепловой комфорт, пользовательское поведение и энергоэффективность

**Ключевые слова:** тепловой комфорт, энергоэффективность, энергетическая характеристика зданий, адаптивный подход

**В** апреле 2014 года прошла восьмая конференция Windsor «Подсчет стоимости комфорта в меняющемся мире». В работе восьми сессий и девяти семинаров приняли участие 120 специалистов из 22 стран.

Первая конференция Windsor «Стандарты для теплового комфорта» состоялась в 1994 году. Инженеры, архитекторы, ученые из стран с разными климатическими и культурными особенностями продемонстрировали различные точки зрения на тепловой комфорт и пути его достижения. Целый ряд выступавших сделали акцент не на технических аспектах систем отопления и охлаждения, а на потребностях, желаниях и поведении потребителей – жильцов зданий.

Впоследствии конференции стали проходить каждые два–три года. Главной темой неизменно оставался тепловой комфорт в зданиях, что подтверждают и названия конференций: «Адаптация к изменениям – новое видение комфорта», «Оценка зданий в процессе эксплуатации», «Комфорт и использование энергии в зданиях», «Изменение условий комфорта в непредсказуемом мире», «Стандарты теплового комфорта для XXI века».

Один из семинаров последней конференции был посвящен вопросам теплового комфорта и пользовательского поведения, особенно в зданиях с системами охлаждения с низким энергопотреблением. Из-за повышения энергопотребления, связанного с охлаждением воздуха, страны Европы уделяют все большее внимание энергосбережению и использованию энергоэффективных технологий. Особенно это актуально для южных европейских стран, где пик потребления электроэнергии приходится на летний период. Во всех странах установлены предельные значения температуры внутреннего воздуха, которые определяются на основании документов об охране труда или общественном здравоохранении и не связаны с вопросами энергопотребления зданий.

Для оценки тепловых характеристик зданий, как правило, используется стандарт CEN EN 15251 «Indoor Environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings» («Исходные параметры внутренней среды для проектирования и оценки энергетической характеристики зданий»), предлагающий адаптивный подход.

**TCL**

The Creative Life

# Сверхточный контроль температуры $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$



Решение

Для проектирования и эксплуатации зданий с точки зрения энергоэффективности в разных странах приняты расчетные температуры воздуха помещений в зимний период  $+19...+21^{\circ}\text{C}$ , в летний –  $+24...+26^{\circ}\text{C}$  (в Великобритании  $+28^{\circ}\text{C}$ ). Норвегия и Великобритания приняли принципы CEN EN 15251 по классификации помещений по качеству воздуха и количеству часов, когда температура воздуха может быть превышена. В Финляндии, в отличие от Центральной Европы, системы кондиционирования воздуха в новых зданиях используются не так часто, больше распространена естественная вентиляция.

Хотя стандарты (например, CEN EN 15251 или ASHRAE Standard 55) дают точное определение, согласно которому адаптивный подход следует применять только к зданиям без механического охлаждения, в инженерном сообществе ведется обсуждение возможности применения адаптивного или гибридного подхода к зданиям со смешанным режимом использования или зданиям с низким энергопотреблением и ограниченной охлаждающей способностью (например, с ночной механической вентиляцией или термоактивными системами охлаждения) соответственно.

В ходе обсуждений на прошедшем семинаре было представлено несколько заявлений, а участникам семинара предложено проголосовать, согласны ли они с данным заявлением. После этого желающие пояснили свою точку зрения. Ниже представлены результаты голосования по каждому заявлению.

## Заявление 1. Мы знаем, как потребители используют средства управления инженерными системами зданий.

Результаты голосования: за/против – 15/85%.

Аргументы проголосовавших за:

- Мы знаем, что на использование средств управления влияют такие факторы, как национальные особенности, тип здания и культура на рабочем месте.
  - Мы также знаем, что обучение использованию средств управления повышает эффективность их работы.
  - Мы довольно хорошо понимаем, как средства управления используются, если эти средства управления простые и установлены, например, дома.
- Аргументы проголосовавших против:
- В использовании средств управления существует много аспектов; в целом это сложный вопрос, и наши знания в этой области ограничены.

## FULL 5D DC Инвертор



Мотор внутреннего блока постоянного тока



Мотор жалюзи внутреннего блока постоянного тока



Компрессор



Электронный расширительный клапан



Мотор внешнего блока постоянного тока

### Full 5D DC Инверторный кондиционер

– SMART, Энергоэффективность, Экологичность и Надежность

Кондиционеры TCL оснащены качественными Full 5D компонентами (высокоэффективный компрессор постоянного тока + высокоэффективные бесщеточные электродвигатели постоянного тока внешнего и внутреннего блоков + 500P электронный расширительный клапан + синхронный электродвигатель постоянного тока внутреннего блока), что позволило создать высокоэффективный и надежный Full 5D DC Инверторный кондиционер, обеспечивающий непревзойденный комфорт, тишину и экономию энергии до 30%



The Creative Life



hao.tcl.com

www.tcl.com

TCL Air Conditioner (ZhongShan)Co.,Ltd.

Factory add: No.59, Nantou Road West, Nantou, Zhongshan.

Guangdong, P.R.China

Tel: + 86 760 8782 1666

Fax: + 86 760 8782 1725

http:// www.tcl.com

Business Contact: [omc@tcl.com](mailto:omc@tcl.com) / + 86 760 2819 7721

http:// hao.tcl.com

Technical Service: [ac\\_tech\\_service@tcl.com](mailto:ac_tech_service@tcl.com) / + 86 760 2819 7715

## ▶▶ СОГЛАСНО EN 15251

**Адаптивный подход** подразумевает, что люди в здании имеют возможность самостоятельной адаптации к изменяющимся внутренним условиям, а именно возможность одеваться/раздеваться и устраивать проветривание, и изначально характер использования здания подразумевает, что постоянного и точного соблюдения температуры

внутреннего воздуха в теплый период года в нем не требуется.

**Статический подход** подразумевает, что температура внутреннего воздуха в здании поддерживается с помощью механической системы охлаждения. Интервал внутренних температур в данном случае уже, чем в зданиях с адаптивным подходом.

- Система обслуживания здания и ее интерфейсы все еще часто проектируются при неполном понимании того, что требуется конечному пользователю в плане управления климатом внутри своего дома.
- Взаимосвязь «пользователь – системы управления» требует дальнейшего изучения, прежде чем мы сможем с уверенностью заявить, что понимаем потребности и проблемы.

### **Заявление 2. Мы знаем, как перегрев влияет на поведение людей дома.**

Результаты голосования: за/против – 20/80%.  
Аргумент проголосовавших за:

- Было проведено несколько исследований по этому вопросу (перегрев и поведение).  
Аргумент проголосовавших против:
- Недостаточно данных о том, как перегрев влияет на поведение людей в умеренном климате.  
Прочие замечания:
- Предотвратить перегрев сложнее, чем предотвратить охлаждение, и вследствие изменений климата перегрев встречается все чаще. Это дополнительная причина более глубоко изучить связь между перегревом и поведением.

### **Заявление 3. Если передать управление в руки пользователей, энергопотребление вырастет.**

Результаты голосования: за/против – 20/40%, 40% – не уверены.

Аргумент проголосовавших за:

- Пользовательский контроль приводит к дополнительному энергопотреблению, например из-за открытия окон в зимнее время.  
Аргументы проголосовавших против:
- Если здание и системы здания спроектированы правильно, пользовательский контроль

не обязательно приводит к увеличению энергопотребления.

- Если вы позволяете пользователям задавать уставки (например, температура отопления зимой и температура охлаждения летом), такой контроль может быть умеренным, что приводит к экономии энергии.

Аргумент воздержавшихся:

- Повлияет ли пользовательский контроль на энергопотребление, сильно зависит от обстоятельств – вовлечено слишком много параметров.

### **Заявление 4. Пользователи зданий всегда хотят контролировать параметры внутреннего воздуха.**

Результаты голосования: за/против – 20/80%.  
Аргументы проголосовавших за:

- В целом люди хотят контролировать свою тепловую среду, качество внутреннего воздуха и т.д.
- Многие люди хотят иметь возможность контролировать внутренний климат, даже если на самом деле они не пользуются средствами управления.
- Обычно пользователям здания не нравятся автоматические системы управления их внутренним климатом, люди хотят, чтобы у них была возможность корректировать центральное управление вручную, по своим ощущениям.  
Аргументы проголосовавших против:
- Во многих ситуациях (например, в коридорах зданий или в больницах) людям на самом деле не нужен контроль над внутренним климатом.
- Ситуация сильно зависит от индивидуальных особенностей пользователей; многие люди предпочитают, чтобы внутренний климат был приемлемым без необходимости его постоянной регулировки.
- Преимущество центральной системы управления заключается в том, что люди могут



■ Конференц-центр Cumberland Lodge, в котором проходят конференции Windsor

сфокусироваться на своей работе и не отвлекаться (повышается производительность труда).

#### **Заявление 5. Окна обязательно должны быть открываемыми.**

Результаты голосования: за – 100 % для жилых домов, 80 % для школ, 60 % для офисов; против – остальные.

Аргументы проголосовавших за:

- С точки зрения общественного здравоохранения важно, чтобы у пользователей зданий была возможность открыть окна, особенно дома.
- Открываемые окна в жилых домах должны быть обязательными; люди не должны быть полностью зависимыми от работы механических систем.

Аргументы проголосовавших против:

- Иногда (например, в офисах) довольно сложно использовать открываемые окна: например, в относительно высоких зданиях или в офисных зданиях с открытой планировкой.
- Если позволить пользователям использовать открываемые окна, энергопотребление может увеличиться.

Прочие замечания:

- Слишком сильный акцент на энергоэффективности зданий может привести к ситуациям, когда у пользователей не будет возможности

использовать открываемые окна (или когда пользователям говорят, что им запрещено использовать открываемые окна). Этого следует избегать; здания и инженерные системы необходимо проектировать с целью обеспечения здоровья и комфорта, важной частью проектирования является предоставление конечному пользователю доступных средств управления системами.

#### **Заявление 6. Инженеры ОВК всегда хотят ограничить влияние пользователей на инженерные системы здания.**

Результаты голосования: за/против – 30/70 %.

Аргументы проголосовавших за:

- Стандартный инженерный подход к решению задачи требует, чтобы инженер думал о причинах и следствиях, но этот подход не совсем работает для систем, включающих в себя влияние пользователей здания.
- Системы отопления, охлаждения и вентиляции становятся все более сложными, поэтому инженеры стараются исключать (зачастую иррационально) поведение пользователей из своих расчетов.

Аргументы проголосовавших против:

- Высококачественный проект системы по определению возможен только в том случае, если

проектирование предусматривает взаимодействие людей и среды.

- В последние годы инженеры все больше осознают желания и потребности пользователей здания.

### **Заявление 7. Адаптивность и эргономичность зданий следует закрепить в строительных кодексах.**

Результаты голосования: за/против – 95/5%.

Аргументы проголосовавших за:

- Адаптивность и эргономичность являются крайне важными качествами с точки зрения конечного пользователя, поэтому их следует закрепить в строительных кодексах.
- В Великобритании уже были внесены предложения по добавлению эргономичности как критерия эффективности в стандарты Великобритании (см., например, также некоторые требования BREEAM).

Аргумент проголосовавших против:

- Сегодня трудно добавить дополнительные требования в строительные кодексы; частично это обусловлено тем, что большинство правительств стран ЕС и других стран стремятся к менее централизованному контролю.

### **Заявление 8. Проекты новых зданий следует предварительно проверять на адаптивность и эффективность использования инженерных систем.**

Результаты голосования: за/против – 90/10%.

Аргументы проголосовавших за:

- Согласно Фионну Стивенсону (Fionn Stevenson), существует шесть стандартных критериев оценки эффективности использования, которые можно легко подтвердить на этапе проектирования и строительства, так почему бы не сделать это?
- Адаптивность и эффективность использования заслуживают большего внимания во время проектирования; следует заставить подрядчиков обратить внимание на желания пользователя.
- «Гибкие качества» проекта здания в целом достаточно редкое явление, и любая инициатива, направленная на изменение этой ситуации, принесет только пользу.

Аргументы проголосовавших против:

- Может сработать и альтернативный подход, в частности подход, основанный на

эффективности, где адаптивность и эффективность использования проверяются при сдаче в эксплуатацию, а не на этапе строительства.

Прочие замечания:

- В данном контексте лучше было бы употреблять выражение «оценить», а не «проверить/подтвердить».

### **Заявление 9. Нам следует намного больше взаимодействовать с экологами и социологами.**

Результаты голосования: за/против – 95/5%.

Аргументы проголосовавших за:

- Ученым-строителям, архитекторам и инженерам технических систем зданий недостает знаний о взаимодействии человека со средой, поэтому им следует больше сотрудничать с экологами и социологами.
- Человеческий фактор и «гибкие качества» зданий требуют дальнейшего определения на таких конференциях, как Windsor. Для этого будет полезен дополнительный вклад ученых-социологов.

Аргумент проголосовавших против:

- Было проведено множество подобных исследований; нам просто следует начать применять их на практике.

### **Заявление 10. Следует добавить три дополнительных параметра к шести параметрам Фангера: «Ожидание», «Заданные вариации», «Доступный/воспринимаемый контроль».**

Результаты голосования: за/против – 60/40%.

Аргументы проголосовавших за:

- Было бы полезно далее развивать стандартные физиологические модели, добавив такие психологические аспекты, как ожидания, вариации и контроль.
  - Это было бы полезно, но сначала следует сформулировать цели и задачи новой модели.
- Аргументы проголосовавших против:
- Стандартную модель Фангера (ISO 7730) необходимо оставить в существующем виде и использовать для того, для чего она предназначена.
  - Если мы изменим текущую модель, мы, прежде всего, должны начать обсуждение с точки зрения «прогнозируемого процента удовлетворенных», а не «прогнозируемого процента неудовлетворенных». ■